

A KIRÁLYERDŐ KARSZTVIDÉKE: MORFOLÓGIAI KÉRDÉSEK ÉS ÉLET A KARSZTON

THE KARSTLAND OF PĂDUREA CRAIULUI: MORPHOLOGICAL QUESTIONS AND LIFE ON KARST

*TELBISZ TAMÁS¹ – BOER ÁGNES¹ – CSERNÁTONI ATTILA¹ – IMECS
ZOLTÁN² – MARI LÁSZLÓ¹ – BOTTLIK ZSOLT³ – SZABÓ ORSOLYA⁴*

¹ELTE Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány sétány 1/C.

²Babes-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet

³ELTE Regionális Tudományi Tanszék

⁴Partiumi Keresztény Egyetem, Nagyváradi

telbisztom@caesar.elte.hu

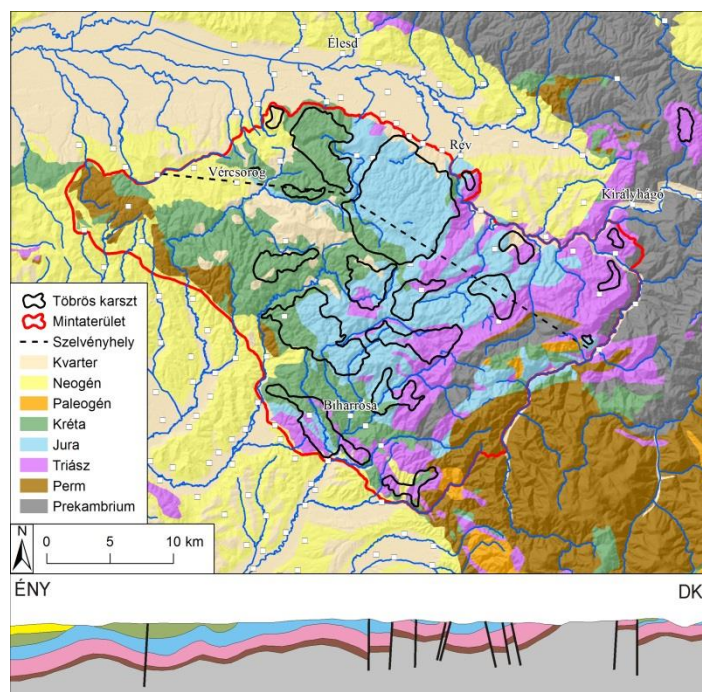
Abstract: Pădurea Craiului Mts is the northwestern part of Apuseni Mts. 40% of its circa 780 km² area is built up of karstifiable rocks that makes it the terrain richest in superficial and underground karst landforms in Transylvania. Based on topographic map analysis we counted 2289 dolines, and delineated doline-dominated terrains, where doline density ranges from 2 to 30 dolines per km². We also performed a field GPS survey of 3 smaller study areas, and our results show that real doline density is 1.5-2.5 times higher than the value calculated from the 1:25 000 scale topographic map, and deviations are more significant in forest-covered terrains. By using the 1" SRTM digital elevation models, we studied the relationship of topography and geological units, the inclination of the trend surface and the characteristics of the drainage network.

As large part of the Pădurea Craiului Mts is mixed karst, there are extended non-karstic patches even on the higher terrains, where springs and smaller streams exist. Thus, these terrains are suitable for the formation of settlements, that is a significant difference with respect to many autogene karst plateaus. There are some linear (e.g. Damiș) and dispersed (e.g. Zece Hotare) settlements at the higher karstic terrains of Pădurea Craiului Mts, but many people live along the spring line at the foot of the karstic hills. Based on semi-structured interviews with local people we found that they are more or less aware of living on a karst, they know the relationship between sinkholes and springs, however they often use natural depressions as garbage places. Their living is based firstly on traditional agriculture, which is still the most important but declining resource; secondly on mining of bauxite and refractory clay, but mines ceased to work after the change of regime; and thirdly on tourism. This latter is considered to be a breaking point and recent investments are apparent (e.g. restoration of asphalt roads, opening of new or restored show caves /e.g. Farcu Crystal Cave/, new guesthouses), however its infrastructure is still underdeveloped and its carrying capacity is low, thus the depopulation of Pădurea Craiului Mts is an ongoing process.

Bevezetés

A Királyerdő az Erdélyi-szigethegység északnyugati nyúlványa. Mind a felszíni, mind a felszín alatti karsztformák sűrűségét tekintve listavezető Erdélyben (ORĂȘEANU– IURKIEWICZ 2010), és itt található a Kárpátok leghosszabb barlangja, a közel 50 km hosszú Szelek-barlangja is. A hegység

karsztosodásra alkalmas kőzetei nagyrészt a Bihari „autochton” szerkezeti egységhez tartoznak, kisebb részt pedig a Kodru-takarórendszerhez (MÓGA 2004; ORĂȘEANU– IURKIEWICZ 2010). Három fő karbonátos egység található itt (1. ábra): a helyenként 1500 m vastagságot elérő triász összletek (főleg anizuszi, ladini), az 50-350 m vastag középső és késő jura üledékek, valamint a hasonló vastagságú kréta (apti) mészkövek, melyeket törmelékes kőzetek választanak el egymástól.



1. ábra: A Királyerdő geológiai térképe és ÉNY-DK-i geológiai szelvénye
(GIUȘCĂ – BLEAHU, 1967 felhasználásával)

Fig. 1: Geological map of Pădurea Craiului and NW-SE geological cross-section
(using GIUȘCĂ – BLEAHU, 1967)

A karsztosodásnak három szakaszát írták le a korábbi szerzők: az első a felső-triászban következett be a karbonátplatform kiemelkedését követően, ennek emlékére őrzik a hegységben sokfelé bányászott tűzálló agyag. A második karsztosodási periódus a jura végi kiemelkedést követte, ennek során alakult ki a hegység másik fontos ásványkincse, a bauxit. Végül a harmadik szakasz a paleogéntől napjainkig tart, és a jelenlegi karsztos formakincs nagyrészt ennek a hosszú folyamatnak az eredménye (RUSU

1988; *RACOVITĂ* et al. 2002; *ORĂȘEANU– IURKIEWICZ* 2010). A karsztosodás eredményeként nagy kiterjedésű töbrös felszínek alakultak ki, gyakoriak az uvalák, továbbá a kutatók külön formaként írták le az uvalánál nagyobb, de a poljénél kisebb „karsztos megcsapolású medencéket” (*RUSU* 1988; *MÓGA* 2004; 2. ábra).



2. ábra: Az Erdődámos melletti karsztos megcsapolású medence víznyelője (Toaia)

Fig. 2: Sinking stream (P. de la Toaia) in the polje-like basin next to Damış

A vízhálózat a karsztosodás miatt értelemszerűen sok helyen széteső, máshol jellemzők a szurdokvölgyek, az átöröklött völgyszakaszok. Tektonikus szempontból az üledékes kőzetekre enyhe gyűrődések jellemzők, melyeket közel függőleges, vertikális törések tagolnak nagy sűrűségben (*IANOVICI* et al. 1976). A Királyerdő térségében két nagy törésrendszer található. Az elsődleges rendszer északkelet-délnyugati és északnyugat-délkeleti irányú, és a larámi kéregmozgások idején keletkezett. A másodlagos törésrendszer kelet-nyugati irányú, posztlarámi korú (*RUSU* 1988).

Az elmúlt években több kutatás is rávilágított arra, hogy a karsztvidékek lakói, települései sajátos kihívásokkal kénytelenek szembesülni (*BÁRÁNY-KEVEI* 1998; *RAVBAR* 2004; *PEJNOVIĆ–HUSANOVIĆ-PEJNOVIĆ* 2008; *DAY* 2010; *KEVEINÉ BÁRÁNY* 2014), ami többek között a népsűrűségben is megnyilvánul (*TELBISZ* et al. 2013a, 2014a, b). A Királyerdő – sok más karsztfennsíktól eltérően – részben lakott terület, ahol egyrészt jelen van a hagyományos gazdálkodás, másrészt a fent említett ásványkincsek (bauxit, tűzálló agyag) révén a bányászat is fontos szerepet játszott az itt lakók életében (*DRAGASTAN* et al. 2009).

Az alábbiakban részben térinformatikai elemzés, részben terepbejárás alapján a következő kérdésekre keressük a választ:

- Domborzat és földtani adottságok hogyan kapcsolódnak össze?
- Hogyan fejlődött a Királyerdő völgyhálózata, mi az egyes völgyszakaszok kialakulásának relatív sorrendje, milyen folyamatok határozták meg a völgyképződést?
- Töbrök hol jellemzők a Királyerdőben, milyen sűrűségben borítják a felszínt, mi határozza meg a méretüket, megállapítható-e a töbrös felszínnek relatív kora?
- Lehet-e egy karsztfennsík lakható, mik a feltételei, mik a sajátosságai, hogyan tükröződik ez a felszínborításban, hogyan látják a helyzetüket a karszt lakói?

Adat és módszer

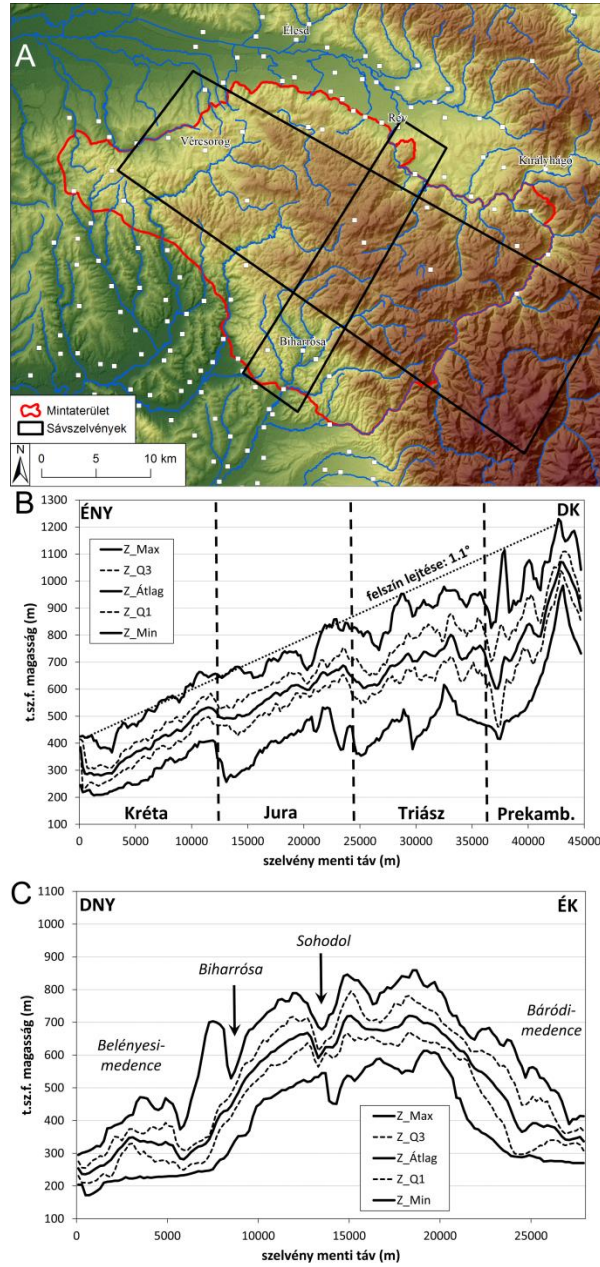
Vizsgálatainkhoz felhasználtuk a terület 1:25 000-es méretarányú topográfiai térképeit, az 1:200 000-es geológiai térképeket. Digitális terepmodellként a tavaly közzétett 1"-es felbontású SRTM adatbázist használtuk, UTM vetületbe átalakítva, 21 m-es cellamérettel. A felszínborítás adatok a Corine CLC2006-os adatbázisból származnak (BÜTTNER 2009).

A térinformatikai vizsgálatokat ArcMap 10.1 szoftver segítségével végeztük. A sávszelvény elemzést TELBISZ et al. (2014b) módszere alapján hajtottuk végre. A töbrök körvonalát a topográfiai térképekről digitalizáltuk. A topográfiai térkép és a valóság kapcsolatának elemzésére a terepen GPS segítségével határoztuk meg a töbrök elhelyezkedését és körvonalát. Szintén a terepbejárások során interjúkat készítettünk a karsztvidék lakóival.

Eredmények

Domborzat és geológia kapcsolata

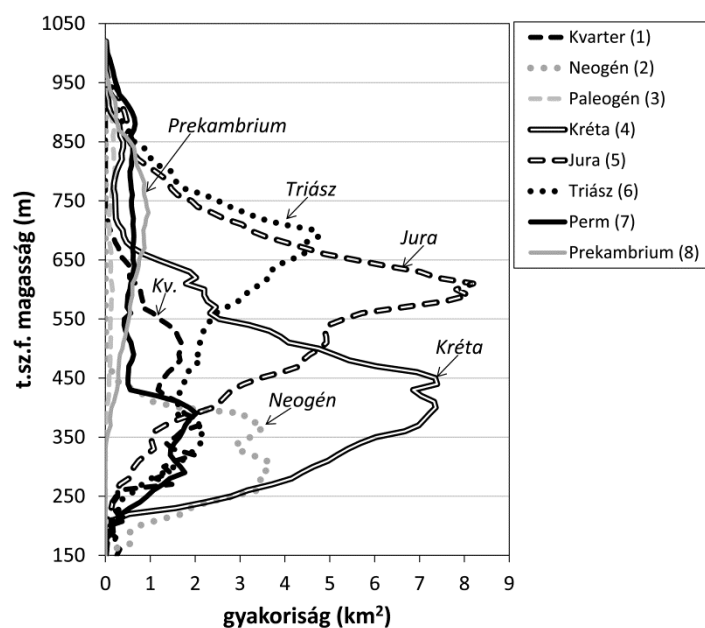
A sávszelvények a felszín magasságát nem egy vonal mentén, hanem egy kiszélesített sáv mentén adják meg, a sávon belüli maximum, átlag és minimum értékekkel, így a kisebb, egyedi formák zavaró hatása csökken és a terep általános jellemzői, trendszerű lejtése jobban megfigyelhetők.



3. ábra: Sávsvélvények a Királyerdőn keresztül. A: sávsvélvények helye; B: ÉNy-DK-i sávsvélvény (alul a domináns kőzet időszak); C: ÉK-DNy-i sávsvélvény

Fig. 3: Swath profiles across Pădurea Craiului. A: location of the swaths; B: NW-SE swath profile (dominant rock age at the bottom); C: NE-DW swath profile

Az 1. számú sávszelvényről (3. ábra) leolvasható, hogy a maximumgörbe alapján a terepnek egy nagyon egyenletes, $1,1^\circ$ -os, DK-ÉNy-i lejtése van, ami nagyságrendjében rendkívül hasonlít a Gömör-Tornai-karszt fennsíkjai mért értékéhez (TELBISZ 2011). Ez alátámasztja azt, hogy itt is egy kiemelt hegylábfelszín maradványával állunk szemben. Azonban az átlaggörbe (és a hozzá szorosan kapcsolódó kvartilis görbék) futása alapján 3 hirtelen változó helyről is beszélhetünk, melyek többé-kevésbé megfeleltethetők a kréta-jura, jura-triász, triász-idősebb kőzetek határvonalának. Bár e határok összetettek és zezugosak (ld. 1. ábra), de közelítőleg ÉK-DNY-i csapásuk a fentiek szerint a domborzatban is jól tükröződik. DK felé haladva a fiatalabb kőzetek lepusztulásával az egyre idősebb rétegek kerülnek felszínre, amit a közethatárnál egy érzékelhető DK felé néző tereplépcső jelez. Mivel a fiatalabb rétegek lepusztulása ellenére a felszín a DK-i részekben magasabb, ezért az idősebb kőzetek vannak nagyobb t.sz.f. magasságban (4. ábra), amit a DK-i rész intenzívebb tektonikus emelkedésével magyarázhatunk. Ezt alátámasztja az 1. ábrán látható geológiai keresztshelvény is.



4. ábra: Az egyes földtörténeti korokban képződött kőzetek mai t.sz.f. magassága

Fig. 4: Elevation (a.s.l.) of rocks according to their age

A 4. ábra rávilágít arra is, hogy van egy kivétel, ahol a negyedidőszaki üledékek viszonylag nagy t.sz.f. magasságban helyezkednek

el. A geológiai térkép szerint az érintett terület Vércsorogtól DK-re fekszik, ahol egy nagyjából 20 km²-es összefüggő foltban, továbbá néhány kisebb foszlányban kora-negyvedidőszaki üledékek (homok, kavics) borítják a felszínt. Ez a nagy magasságú, ám fiatal üledék itt nehezen értelmezhető. Ha ugyanis ez a terület a kora-negyvedidőszakban még jelentős folyóvízi utánpótlást kapott DK felől, akkor a karsztosodás és a völgyhálózat egyéb elemeinek kora igen fiatal kell, hogy legyen, ami a szakirodalomnak ellentmond. Így az itt található törmelékes kőzeteknek véleményünk szerint idősebb korúnak kell lennie, de ez csak feltételezés, amit a későbbiekben terepi munkával lehet majd eldönteni.

Az ÉK-DNy-i irányú sávszelvény egy szimmetrikusabb, középen „feldomborodó”, kissé hullámzó képet tár elénk. Ezen jól azonosítható a peremi vetők menti kiemelkedés, a Biharrósai-medencétől DNy-ra húzódó, szelektív denudáció révén kiemelkedő triász-jura mészkősáv, és középtájon, szinte a legmagasabb részeknél egy elég markáns völgy keresztmetszete (Sohodol), amelynek helyzete arra utal, hogy egy átöröklött völgy lehet.

Völgyhálózat jellemzői és kialakulása

A domborzatmodell és a fent leírtak alapján a völgyszakaszokat irányuk, jellegük alapján csoportokba sorolhatjuk (5. ábra), ami elég jól megfelel a *RUSU* (1988) által ismertetett különböző korú völgyeknek.

1) A hegység hossz tengelyével párhuzamos (DNy-ÉK) völgyszakaszok: a hegység tengelyében húzódik egy hosszú, mára szét darabolódott völgy, amelyben jelenleg több patak is folyik egy-egy szakaszon (Runcsor, Sohodol, Vida, Surducel). Szétesettsége és magassági helyzete mind arra utalnak, hogy egy idős, átöröklött völgyről van szó. Ezzel párhuzamos, de jóval mélyebbre vágódott a hegység É-i peremén a Sebes-Körös völgye, mely helyenként látványos szurdokban, karsztos sziklafalak között folyik (pl. Révi-szoros). A geológiai kép alapján a Sebes-Körös „logikus” elhelyezkedése az lenne, ha a Királyhágó után hamarabb elindulna a puha pannoni üledékekkel kibélelt Báródi-medence felé, ám nem ez történik, így jelenlegi helyzetét szintén az átöröklés magyarázhatja. A Mierei-völgy alsó szakasza (Kalota alatt) is hasonló irányú, ám ez mára jórészt töbörös aszóvölgyé alakult.

2) A közethatárok csapásirányával párhuzamos (NyDNy-KÉK) völgyszakaszok: a hegység tengelyétől északra ezek KÉK felé tartanak (Jád, Barátka, Misid), a tengelytől délre pedig NyDNy felé (Toplicioara, Pietrii Negre, Sohodol, Vida, Topa), főleg ez utóbbiakra jellemzők a látványos,

szép szurdokszakaszok (melyek méretükben természetesen kisebbek, mint a Sebes-Körösé).

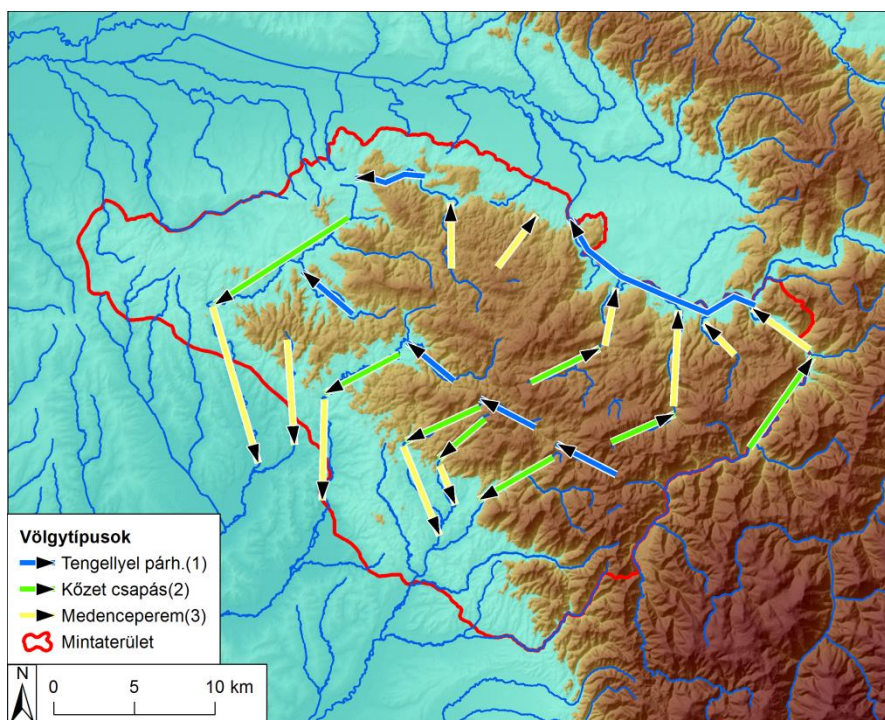
3) Medenceperemekhez igazodó (kb. É-D) völgyszakaszok: ezek északon a Báródi-medence (Sebes-Körös) felé futnak, míg délen a Belényesi-medence (Fekete-Körös) felé. Közös jellemzőjük, hogy igen nagy szögtöréssel kapcsolódnak a 2) pontban említett völgyszakaszokhoz. Különbség azonban, hogy a hegység északi részén lévő, ebbe a típusba sorolható völgyek idősebb (mezozoikumi) kőzetekbe vágódnak, míg délen inkább pannon (esetleg kréta) kőzetekbe mélyülnek.

A fenti völgyszakaszok kialakulását – részben *RUSU* (1988) elképzeléséhez igazodva – az alábbi módon képzeljük el:

1) A fent említett 1. csoport völgyei a mainál sokkal kisebb szintkülönbségek mellett, a karsztosodásra alkalmas kőzeteket fedő anyagon jöttek létre hegyláb felszínként, és a két peremi öblözet (Báródi, Belényesi) ekkor még nem létezett.

2) A 2. csoport völgyeit igen erősen preformálták a geológiai egységek csapásirányai, sok esetben közethatár mentén futnak (vö. *1. ábra*). Ugyanakkor jelentős részben már a Pannon-tengerhez (tóhoz) igazodva fejlődtek ki, hiszen a Báródi és Belényesi-öblözet ekkor már elkezdett kialakulni (*5. ábra*). A tengely menti völgy kapturákkal fokozatosan szétesett. Nagy kérdés azonban, hogy ezek a kapturák mennyiben voltak karsztos eredetűek, avagy még esetleg a fedőüledéken játszódtak-e le. Valamint ezzel összefüggésben a NyDNy felé futó szakaszok szurdokai epigenetikus vagy barlang-felszakadásos módon fejlődtek-e ki? Mivel sziklahidakat nem ismerünk, a barlang-felszakadásos eredet nem bizonyítható, de a bizonyíték hiánya nem a hiány bizonyítéka, így kizárni sem lehet ezt az elképzelést, ez a kérdés egyelőre nyitva áll.

3) A posztpannon időszakban a Királyerdő északon és délen (utóbbi oldalon még intenzívebben) tektonikusan kiemelkedett környezetéhez képest, ami megmagyarázza a folyók irányváltását és a 3. csoport völgyeinek kialakulását.

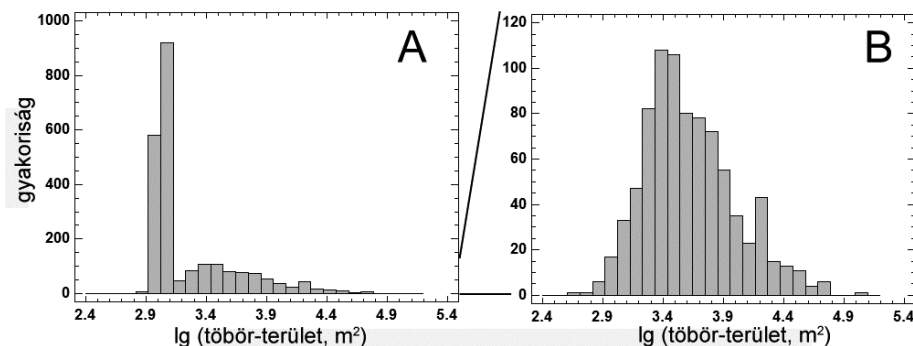


5. ábra: A pannon időszak vázlatos képe a völgytípusokkal digitális domborzatmodell alapján. A mai 450 m-es szintvonal hozzávetőleg egyezik a pannon üledékek elterjedésének felső határával. Természetesen ez csak egy durva közelítés, hiszen a tektonikus és lepusztulási folyamatok összetett módon formálták a tájat a pannon óta.

Fig. 5: Simplified picture of Pannonian relief with valley types based on DTM. The present-day 450 m contour line is about the upper limit of Pannonian sediments. It is a crude approximation only as tectonic and denudational processes have variably formed the relief since that time.

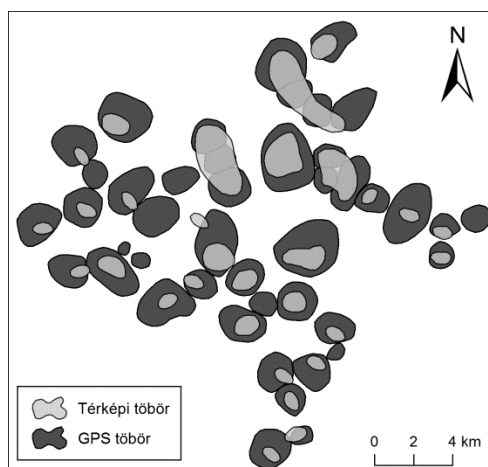
Töbrös felszínek

A Királyerdőben a topográfiai térkép alapján 2289 db töbör van. Ennek mintegy 2/3-a, a kisméretű formák, melyek alapterülete kisebb, mint 1300 m², csak szimbólumszerűen vannak jelölve a térképen. Mivel apró formákról van szó, ez a tény jelentősen nem befolyásolja a töbrök átlagos méreteiből számolt statisztikákat, ugyanakkor az eloszlásfüggvényt már jelentősen módosítja (6. ábra). A kis töbör-szimbólumok ellipszis formájúak, és irányuk – elvben – a töbör hossz tengely-irányával esik egybe.



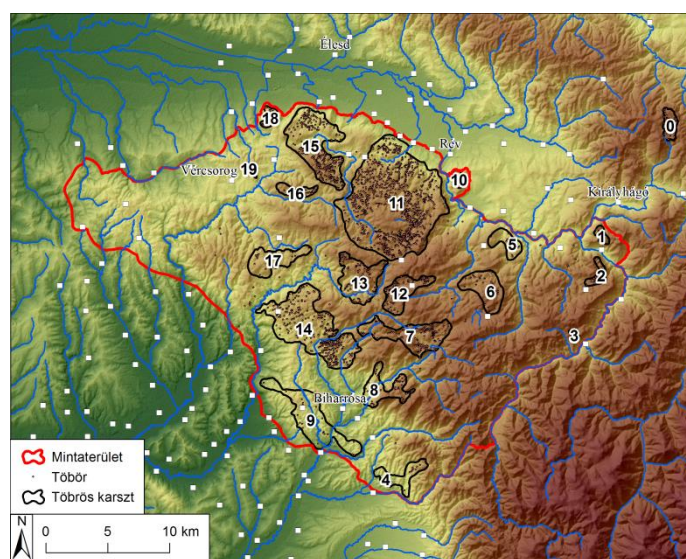
6. ábra: Töbörterületek eloszlásfüggvénye a szimbólumszerű töbrökkel együtt az összes (A) és azok nélkül (B)
 Fig. 6: Distribution function of doline area: all with symbolic dolines (A) and without them (B)

A Tízfalusi-fennsík három kisebb mintaterületén GPS segítségével összesen 104 töbröt mértünk fel. Ez alapján megállapítható, hogy a töbørsűrűség a térképen jelzethez képest 1,5-2,5-szer akkora, a nagyobb eltérés értelemszerűen az erdős terepeken, völgyekben érvényes inkább. A méretek nagyságrendileg hasonlóak, bár a terepi adatok általában nagyobb kiterjedést mutatnak, aminek az az oka, hogy a topográfiai térképen a legkülső zárt szintvonal elve alapján történik a lehatárolás, míg a terepen inkább a görbület alapján érzékelhető a töbör pereme (7. ábra). A GPS-szel felmért, illetve a topográfiai térképen szereplő töbrök irányítottsága sem mindig esik egybe, aminek oka leginkább az, hogy a szimbólumszerű töbrök sok esetben nem megfelelő irányba lettek elhelyezve, illetve helyenként a térképen több terepi mélyedés összevonva, egy töbröként jelenik meg.



7. ábra: GPS-szel felmért és térképi töbrök összehasonlítása az egyik mintaterületen
 Fig. 7: Comparison of dolines surveyed by GPS and marked in the map

A továbbiakban a térképi mérések alapján jellemezzük a töbröket, ami a fentiek értelmében a valós sűrűséget jelentősen alábecsli, de az elterjedés vonatkozásában, és az egyes területek relatív sűrűségének összehasonlítására használható (1. táblázat). A Királyerdőben a töbrök egyenetlenül helyezkednek el: akad néhány nagy kiterjedésű, sűrűn töbrösödött fennsík (Tízfalusi /11/; Igrici /15/; Runc /14/), de a völgyhálózat, illetve a tektonika jellemzően kisebb töbrös egységekre szabdalta a Királyerdőt, melyek lehatárolása, csoportosítása így sok tekintetben szubjektív (8. ábra).



8. ábra: A töbrös felszínek elhelyezkedése a Királyerdőben

Fig. 8: Spatial distribution of dolines in Pădurea Craiului Mts

A töbrösűrűségi értékeket úgy határoztuk meg, hogy az 5x5-ös átlagoló szűrővel simított domborzatmodell alapján számított 12°-nál meredekebb térszíneket kihagytuk a területből, mivel azokon csak elvétve fordulnak elő dolinák (a töbrök kevesebb mint 5%-a; vö. TELBISZ et al. 2007). Az így számolt töbrösűrűség 2-30 db/km² között változik, ami hasonló értékeket jelent, mint amilyeneket más mérsékelt övi, középhegységi karsztokon találhatunk (pl. TELBISZ 2001).

A töbrösűrűség és a medián töbrösterület egymással fordítottan arányos ($y=33,17 \cdot e^{0,0005x}$; $r^2=0,519$), azaz a ritkábban töbrösödött területeken általában nagyobb formákat találunk. A nagyobb formák komolyabb víznyelők, illetve töbrök összenövése révén fejlődhetnek ki. Míg az első eset a töbrös fejlődésnek egy korábbi szakaszára jellemző a karsztos és nem

karsztos területek határvonalánál, addig az összenövés az önálló töbörfejlődés egy későbbi szakaszára utal. Így a ritkább, de nagyobb töbrökkel jellemezhető területek lehetnek viszonylag fiatalon kihantolódott részek, vagy többé-kevésbé önálló karsztok hosszabb fejlődés nyomán kialakuló részei. A hegység bármely részén találunk sűrűn töbrösödött területeket, a kevésbé sűrű részek inkább a peremen helyezkednek el, de ez sem teljesen szabályszerű. Feltételezhető, hogy a viszonylagosan magasabb fennsíkok töbörfejlődése hamarabb megindult, míg a legfiatalabb részek a legalacsonyabban fekvők (4, 9, 18). Ugyanakkor egy adott fennsík töbrösűrűsége és átlagos magassága között nem találtunk statisztikai összefüggést, magas és alacsony helyzetben egyaránt előfordulnak sűrűn töbrös részek. Mindezeket figyelembe véve sok kérdés még nyitva marad, és a Királyerdő töbreinek részletesebb fejlődéstörténete, az egyes részek kihantolódásának sorrendje és módja csak további kutatások révén tisztázható.

Részterület	Töbrörszám	T.sz.f. magasság medián (m)	Terület (km ²)	12°-nál kisebb lejtésű terület (km ²)	Töbrösűrűség (db/km ²)	Töbröralapterület medián (m ²)
1	7	625	1.0	0.8	8.9	2758
2	31	674	1.8	1.7	18.4	3051
3	10	796	0.3	0.3	29.5	2361
4	16	374	4.5	2.6	6.1	1890
5	12	473	3.5	2.8	4.3	2983
6	28	669	7.4	6.0	4.7	3490
7	145	638	11.4	8.1	17.9	1057
8	46	528	6.2	3.0	15.1	1849
9	23	344	13.8	11.4	2.0	3716
10	11	474	0.9	0.8	13.0	2406
11	1040	590	58.1	52.6	19.8	1129
12	81	673	6.4	5.2	15.5	1095
13	97	594	9.9	6.9	14.1	1060
14	338	477	25.3	22.0	15.4	1092
15	298	484	17.7	14.5	20.6	1210
16	24	545	2.1	1.8	13.5	3563
17	17	505	6.8	6.1	2.8	4504
18	19	390	1.4	1.1	17.6	1142
19	10	470	0.3	0.3	29.8	1017
Szórtan elhelyezkedő	36					
Összes/Átlag	2289	543	179	148	14.1	2178

1. táblázat: Töbrös területek morfológiai adatai

Table 1: Morphometric data of dolines

Települések a karszton

A karszt lábánál, a forrásvonalon, illetve a Sebes-Körös mentén igen nagy sűrűségben sorakoznak a települések (mintegy 29 falu, 27966 fő), az északi oldali Csarnóházától Réven át Vércsorogon keresztül a déli oldalon fekvő Biharrósaig és Mézgedig bezárólag, hogy csak a legfontosabbakat említsük. Ez a települési elhelyezkedés jellemző a Gömör-Tornai-karszton és általában más karsztvidékeken is. A Királyerdőben azonban magán a karszton is található 9 település 4680 fővel. Ezen települések között akadnak zárt falvak is, de jellemzőbbek a szórt szerkezetűek (9. ábra).

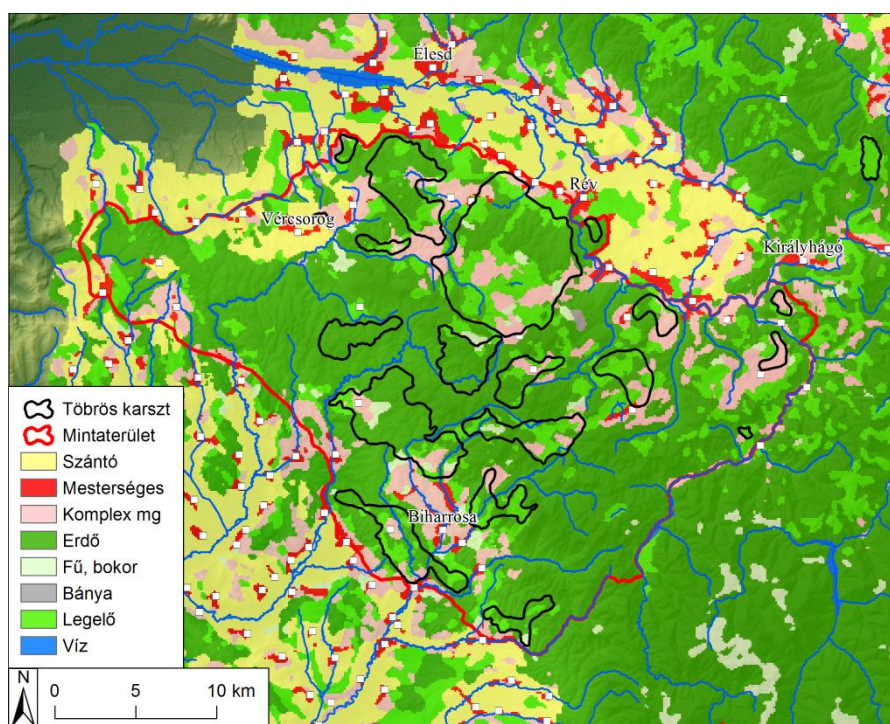


9. ábra: Településtípusok a Királyerdőben: A) zárt település, határában a töbrökkel (Cărmăzan); B) szórt település a Tízfalusi-fennsíkron (Tomnatic); C) veteményeskert a töbör oldalában (Révtízfalu); D) legelő Erdődámos határában

Fig. 9: Settlement types in Pădurea Craiului: A) closed settlement with dolines near its boundary (Cărmăzan); B) scattered settlement on Zece Hotare plateau (Tomnatic); C) vegetable garden in the side of a doline (Zece Hotare); D) pasture near Damiș

A zárt falvak a völgyekhez igazodva többnyire egyutcás jellegűek. A települések kifejezetten a töbrös területekhez kötődnek a hegységen belül. A hullámos, de viszonylagosan mégis sík térszíneken jellemzően „komplex

mezőgazdasági” hasznosítás jellemző, ami kisebb, gondozott veteményes kerteket, gyümölcsösöket jelent elsősorban. Egy érdekes különbség a dinári karsztokhoz viszonyítva, hogy míg ott a kis parcellák rendszerint a töbrök alját foglalják el (mivel csak ott van talaj), addig itt inkább a töbrök oldalajtóin jellemzők. A házaktól távolodva előbb a legelőterületek válnak dominánssá, végül az erdő. Mindezek jól megfigyelhetők a Corine adatok alapján szerkesztett felszínborítási térképen (10. ábra).



10. ábra: A Királyerdő felszínborítási térképe

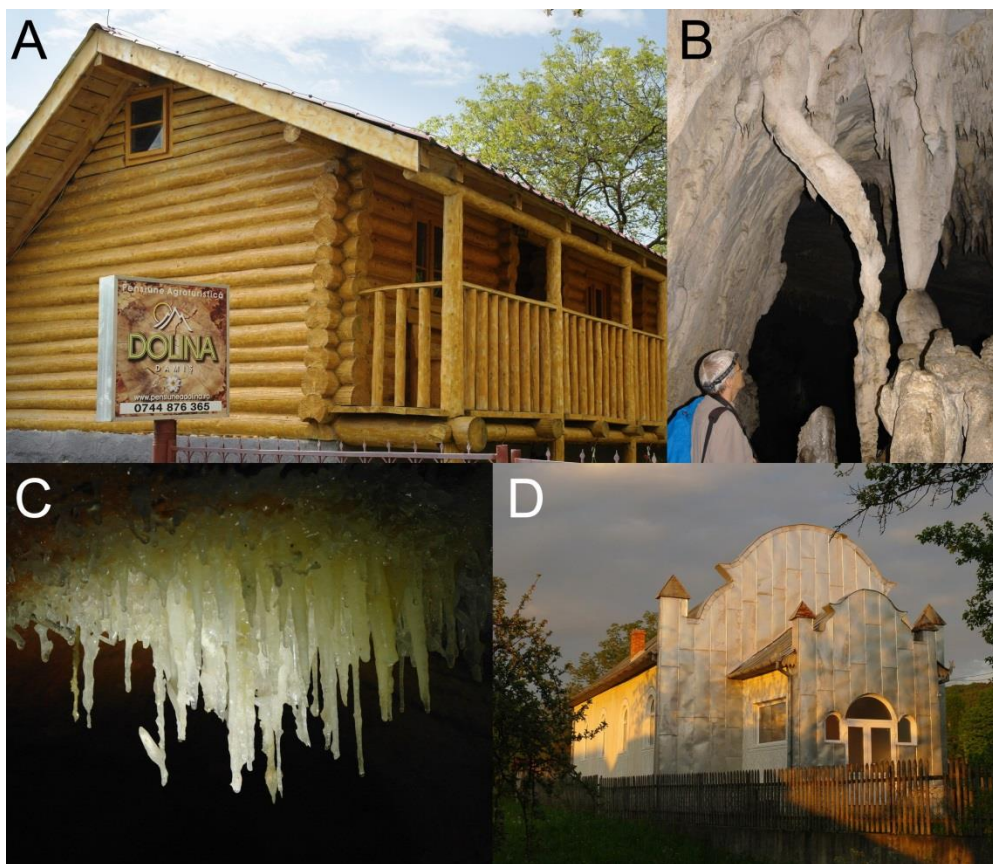
Fig. 10: Land-cover map of Pădurea Craiului

A megtelepülés lehetőségét az a tény adja, hogy a tektonikus töredezettség miatt gyakoriak egymás mellett a karsztos, nemkarsztos közetsávok, így a fennsíkokon is gyakoriak a források és kis patakok. Ezek vizét összegyűjtik kis medencékbe, amelyek néhány ház vízellátását biztosítják. Máshol kutakból nyerik a vizet. Így más karsztvidékektől eltérően, ahol jellemzően ciszternákból nyerik a vizet (pl. Dinári-hegyvidék), itt ez alárendelt jelentőségű.

A helyiekkel készült interjúk alapján megállapítható, hogy az itt élők ismerik a karszt jellegzetességeit, a korábbi évtizedekben számos vízfestés történt, amelyek révén a karszt lakói többé-kevésbé tisztában vannak a

víznyelő-forrás kapcsolatokkal. Ennek ellenére a természetes mélyedéseket gyakran „kiváló” személtelhelyezési lehetőségnek tekintik, különösen az erdővel borított részeken, ahol ez kevésbé látszik.

A karszt tulajdonképpen három módon nyújt megélhetést az itt lakóknak: egyrészt a fent bemutatott hagyományos mezőgazdálkodási formák, másrészt az ásványkincsekre épülő bányászat, harmadrészt pedig a turizmus (barlangok, szurdokok, víznyelők, természetközeli környezet) révén. A hagyományos mezőgazdálkodás jelentősége a kommunizmus évtizedei alatt meggyengült, de fennmaradt. A bányászat (bauxit, tűzálló agyag) a férfi munkaerő igen jelentős részét kötötte le a kommunista időkben, ám a rendszerváltás után ez teljesen megszűnt, kisebb-nagyobb környezeti problémákat hagyva maga után. Mindezek miatt napjainkban nagyon erős az elvándorlás, és a jelenlegi folyamatok fennmaradása esetén néhány évtizeden belül a települések kihalása jelezhető előre. A turizmus korábban egyáltalán nem volt jellemző, elsősorban barlangászok keresték fel a területet, ez azonban nem jelentett gazdasági hasznót. Napjainkban valamelyest erősödik a városokból a csendes természetbe vágyók száma, és megfigyelhető, hogy néhol a tradicionális mőc házakat szálláshelyekké alakítják, illetve panziókat hoznak létre (11. ábra). Több helyen találkoztunk pisztráng tenyésztőkkel is, ami a karsztfennsíkon elég meglepő volt. Az idegenforgalmat erősíti, hogy javul az infrastruktúra, új utak épülnek, nő az újonnan kiépített (vagy felújított) és turisták által látogatható barlangok száma. Mindezen jól érzékelhető jelek ellenére a turizmus egyelőre csupán kevesek számára jelent megélhetést. Az érdekesség kedvéért, ami akár sajátos turisztikai karaktert is jelenthet, itt említjük meg, hogy Erdődámoson a völgy csatornahatása által meghatározott, uralkodó NyDNy-i szélirány miatt a házaknak ezt az oldalát bádoggal (újabb esetbenként kamionponyvával) borítják, hogy a gyakori ferde esők ne áztassák el a falakat.



11. ábra: A karsztra épülő turizmus jelei. A) Dolina panzió Erdődámoson; B) a felújított mézgedi Czárán-barlang; C) az újonnan kiépített, egykori bauxitbánya révén feltárt Farcu-kristálybarlang; D) bádoggal borított templomoldal Erdődámoson

Fig. 11: Signs of karst-based tourism. A) Dolina pension in Damiş; B) recently renovated Czárán Cave in Meziad; C) newly opened Farcu Crystal Cave explored earlier by bauxite mining; D) tin-covered side of a chapel in Damiş

Következtetések

A sávszelvény elemzés segítségével jól meg lehetett határozni a Királyerdő kiemelt hegyláb felszínének 1°-os DK-ÉNy-i lejtését, a triász-jura-kréta közzethatárokhoz igazodó felszíni lepusztulást.

A völgyhálózat elemeit 3 csoportba osztottuk: a hegység hossztengeleyével párhuzamos (DNy-ÉK) völgyszakaszokra, a közzethatárok csapásirányával párhuzamos (NyDNy-KÉK) völgyszakaszokra és a medenceperemekhez igazodó (kb. É-D) völgyszakaszokra. Az első csoport völgyei még a hegyláb felszín-képződés időszakában (azt közvetlenül követően) alakultak ki, a második csoport völgyei részben a geológiai

határokhoz, részben a Pannon-tengerhez (tóhoz) igazodva fejlődtek ki, a harmadik csoport völgyei pedig a Királyerdő peremi medencék (Báródi, Belényesi) mélyüléséhez igazodva jöttek létre.

A Királyerdőben a topográfiai térképek alapján 2289 töbr van, melyek kisebb-nagyobb karsztfennsíkokhoz, illetve völgyekhez sorolhatók, a részegységek töbrsűrűsége 2-30 db/km² között változó. Terepi méréseink alapján azonban a valós sűrűség ennek 1,5-2,5-szerese lehet. A kisebb töbrök szimbólumszerűen szerepelnek a térképen, ám ezeket „leválasztva” a töbrök gyakorisági eloszlása itt is közelítőleg lognormális. A töbrök jellemző mérete (töbrterület mediánja) és a töbr-sűrűség között közepesen erős, fordított exponenciális összefüggés érvényesül, amit más karsztokon is megfigyeltünk korábban (TELBI SZ 2001).

A Királyerdőt a „lakott karsztok” közé sorolhatjuk. Legelőnyösebb hely a települések létrejöttéhez a karsztperemi forrásvonal, de viszonylag jelentős a töbrös fennsíkokon kialakult települések száma is, melyek között zárt és szórt szerkezetűek egyaránt akadnak. Ezek kialakulása azért volt lehetséges, mert a Királyerdő zöme tipikus vegyes karszt. Az itt élők megmaradását három tényező, a hagyományos mezőgazdálkodás, a bányászat és a turizmus tette lehetővé, melyek közül az első a legerősebb, de egyre kevésbé számít megtartó erőnek; a bányászat megszűnt; a turizmus fejlesztése pedig igazán csak a közelmúltban indult, még további lehetőségeket rejt, de a népesség elvándorlását feltehetőleg nem fogja tudni megakadályozni.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA 104811 számú pályázata és az MTA Bolyai Ösztöndíj (TT) támogatta.

Irodalom

- BÁRÁNY-KEVEL, I. (1998). Geoecological system of karsts.– Acta Carsologica, 27, 13-25.
- BÜTTNER GY. (2009): Térképezzük Európát: a CLC2006 projekt http://geoiq.hu/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=23&Itemid=63.
- DAY, M. (2010): Human Interaction With Caribbean Karst Landscapes: Past, Present And Future.– Acta Carsologica, 39, 1, 137-146.
- DRAGASTAN, O.–DAMIAN, R.–CSIKI Z.–LAZÁR, I.–MARINESCU, M. (2009): Review of the bauxite-bearing formations in the northern

- Apuseni Mts. area (Romania) and some aspects of the environmental impact of the mining activities, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 4/2, pp. 5-24.
- GIUȘCĂ, D. – BLEAHU, M. (1967): Harta geologică a Republicii Socialiste România (RSZK geológiai térképe), L-34-XI. lap, 1:200000. – București, Institutul Geologic.
- IANOVICI, V. – BORCOȘ, M. – PATRULIUS, D. – LUPU, M. – DIMITRESCU, R. – SAVU, H. (1969): *Geologie Munților Apuseni*, Academia R.S.R., București, 741 p.
- KEVEINÉ BÁRÁNY, I. (2014): Landscape Changes In Karsts With Special Regard To Anthropogenic Activity. – *Karsztfejlődés* 19, 5-21. (in Hungarian)
- MÓGA J. (2004): Az Erdélyi-középhegység karszt típusai, *Karsztfejlődés* IX., Szombathely, pp. 229-250.
- ORĂȘEANU, I. – IURKIEWICZ, A., (szerk., 2010): *Karst Hydrogeology of Romania*, Belvedere, Oradea, 443 p.
- PEJNOVIĆ, D. – HUSANOVIĆ-PEJNOVIĆ, D. (2008): Causes and consequences of demographic development in the territory of Velebit Nature Park, 1857-2001. – *Periodicum Biologorum*, 110, 2, 195-204.
- RACOVITĂ GH. – MOLDOVAN O. – ONAC B. (szerk., 2002): *Monografia carstului din Munții Pădurea Craiului*, Studiu monografic. Presa Universitară, Cluj-Napoca, 264 p.
- RAVBAR, N. (2004): Drinking Water Supply From Karst Water Resources (The Example Of The Kras Plateau, Sw Slovenia). – *Acta Carsologica* 33, 1, 73-84.
- RUSU, T. (1988): *Carstul din Munții Pădurea Craiului. Pe urmele apelor subterane*, Editura Dacia, Cluj Napoca, 254 p.
- SZÁSZ P. ZS. (2001): Királyerdő hegység (Erdély hegyei 17.), Pallas-Akadémia Könyvkiadó, Csíkszereda, 89 p.
- TELBISZ T. (2001): Új megközelítések a töbör-morfológiában az Aggteleki-karszt példáján. – *Földrajzi Közlemények*, 125 (49) / 1-2, pp. 95-108.
- TELBISZ T. – MARI L. – KOHÁN B. – ČALIČ J. (2007): A szerbiai Miroč-hegység töbreinek térinformatikai és GPS-es terepi vizsgálata – *Karsztfejlődés* 12, pp. 71-90.
- TELBISZ T. (2011): Large-scale relief of the Slovak Karst and Aggtelek Karst (Gömör-Torna/Gemer-Turňa Karst) – a DEM-based study. – *Hungarian Geographical Bulletin (Földrajzi Értesítő)*, 60/4, 379-396.

- TELBIŠZ T.–BOTTLIK ZS.–MARI L.–PETRVALSKÁ A.* (2013a): Human-Environment Relations in the Gömör-Torna (Gemer-Turňa) Karst Area and Its Surroundings. – *Karsztfejlődés* 18. pp. 137-153.
- TELBIŠZ T.–KOVÁCS G.–SZÉKELY B.–SZABÓ J.* (2013b): Topographic swath profile analysis: a generalization and sensitivity evaluation of a digital terrain analysis tool. – *Zeitschrift für Geomorphologie*, 57/4, 488-513.
- TELBIŠZ T.–BOTTLIK ZS.–MARI L.–KŐSZEGI M.* (2014a): The Impact of Topography on Social factors, a Case Study of Montenegro. – *Journal of Mountain Sciences* 11. 1. pp.131-141.
- TELBIŠZ T.–IMECS Z.– MARI L.–BOTTLIK ZS.* (2014b): Földrajzi posszibilizmus vizsgálata az Erdélyi-szigethegység példáján. – *Karsztfejlődés* 19, pp. 23-40.